

Organisk materiale i jord og betydning for frøoverførte sjukdommer i korn

Andrea Ficke¹, Randi Berland Frøseth², Heidi Udnes Aamot¹ & Guro Brodal¹

¹NIBIO Plantehelse, ²NIBIO Korn og frøvekster

andrea.ficke@nibio.no

Innledning

Høyt innhold av organisk materiale (mold) i jord gir høy mikrobiell aktivitet og dermed god jordhelse (Lal 2016). Dette er vist å kunne ha hemmende effekt på plantesjukdommer, særlig sjukdommer som forårsakes av jordboende organismer (van Bruggen *mfl.* 2015). Innhold av organisk materiale i jord kan variere med dyrkingssystemer, gjødseltyper, lokalitet/jordtype og klima. Flere tiår med ensidig korndyrking har ført til redusert innhold av organisk materiale i jorda (Riley & Bakkegard 2006), noe som kan ha ført til redusert jordhelse og redusert evne til å hemme sjukdomsangrep. Kunnskap om sammenhengen mellom innhold av organisk materiale i jord og plante helse kan bidra til å forstå sammenhengen mellom jordhelse og plante helse.

Innhold av organisk materiale i konvensjonelle og økologiske dyrkingssystemer kan forbedres med vekstskifte, underkultur, grønngjødsling og tilpasset jordarbeiding (van Bruggen *mfl.* 2015). Over de siste årene har også jordhelse blitt vurdert som en viktig faktor i plante helse. Forsøk for noen år tilbake antydte at overføring av smitte fra såkorn/frø kunne hemmes av høyt innhold av organisk materiale i jorda. En masteroppgave utført ved NMBU og NIBIO i 2007 viste i veksthusforsøk at prosent frøplanter angrepet av byggbrunflekk (forårsaket av såkornsmitte) var tydelig negativt korrelert med mengde av organisk materiale (målt ved glødetap) i alle jordtyper som ble testet, både med og uten tilsatt grønngjødsel (Henriksen *mfl.* 2008). Et lite feltforsøk med såkorn av bygg infisert med byggbrunflekk, sådd med og uten tilsatt grønngjødsel, viste resultater i samme retning (Brodal, upublisert). Med økende fokus på jordhelse er det viktig å undersøke effekten av organisk materiale i jord på angrep av sjukdommer i felt på flere lokaliteter med ulike jordtyper under norske klimaforhold. I prosjektet «Mer økologisk korn gjennom bedre jord- og plante helse», finansiert av Landbruksdirektoratet (2020 - 2022), ønsket vi å undersøke effekten av organisk materiale i jord

på angrepsgrad av sjukdommer som smitter fra såkorn og planterester i bygg og hvete (henholdsvis byggbrunflekk og hveteaksprikk). Vi anla treårige forsøksfelt i Østfold, Vestfold og Trøndelag, med tilførsel av tre typer grønngjødsel gjentatt over tre år. Målet var å få bedre kunnskap om sammenhengen mellom innhold av organisk materiale i jord (målt ved glødetap), frøoverførte sjukdommer og avling. I denne artikkelen presenteres feltforsøket med noen foreløpige resultater.

Feltforsøk

Anlegg av feltforsøk

Et forsøk med bygg og hvete ble anlagt i 2020 på økologisk dyrka arealer, ved hjelp av tre enheter i Norsk Landbruksrådgiving (NLR), i Sarpsborg (NLR Øst), i Tønsberg (NLR Viken) og i Stjørdal (NLR Trøndelag).

Forsøket hadde fire behandlinger både i bygg og i vårhvete:

- 1) Ubehandlet (ingen tilføring av organisk materiale)
- 2) Tilføring av plantebiomasse i form av lusernepellets (150 kg/daa)
- 3) Underkultur (1 kg/daa frøblanding av 85 % flerårig raigras, 15 % hvitkløver)
- 4) Grønngjødsel-eng (7 kg/daa Pionerblanding, som inneholder 45 % vintervikke, 20 % italiensk raigras, 15 % honningurt og 20 % blodkløver) uten korn i 2020.

Det var tre gjentak på hver lokalitet. For å redusere spredning av smitte mellom behandlingene ble ruter med havre sådd mellom hver forsøksrute. De samme behandlingene ble utført på de samme rutene i Sarpsborg og Tønsberg i 2021 og 2022, bortsett fra at det ble sådd hvete og bygg i de rutene som hadde grønngjødsel-eng i 2020. Halmen ble ikke fjerna og feltene ble pløyd, gjødslet og ugrasharvet etter vanlig praksis. Behandlingene på feltet i Stjørdal kunne ikke videreføres etter 2020.

Såkkorn brukt i forsøkene i 2020 og 2021:

- Hvete (sort Krabat, 21 kg/daa) med 20 % smitte av hveteaksprikk
- Bygg (sort Thermus, 18 kg/daa) med 88 % smitte av byggbrunflekk

I 2022 brukte vi hvetesorten Krabat med 45 % hveteaksprikk og byggsorten Heder med 45 % byggbrunflekk (samme såmengder som foregående år).

Analysen og registreringer

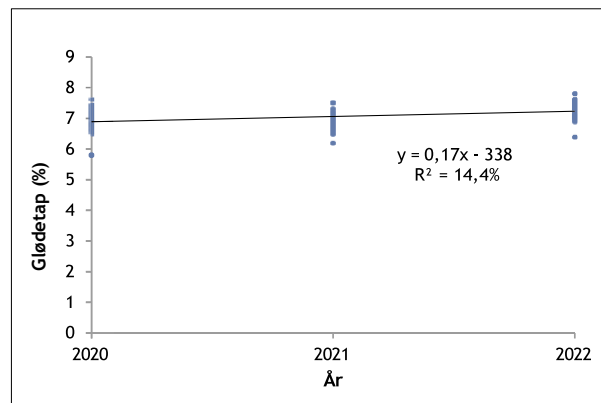
Jordtype ble bestemt ut fra jordtypekart ved www.kilden.no. Jordprøver fra hver rute ble sent til Eurofins for glødetapsanalyser. Dessverre har vi ikke fått analyseresultater fra feltet i Tønsberg i 2021. Oppspiring ble bestemt ved telling av antall spirte planter per meter, fire steder per rute ved utviklingsstadium BBCH 12-13. Primærsymptomer av frøoverførte sykdommer ble notert samtidig og prosent småplanter med angrep ble beregnet ut fra antall spirte planter. Forsøksrutene ble vurdert igjen for sykdomsangrep ved BBCH 70-75. Prøver av korn som ble høstet fra forsøksfeltene ble analysert for sykdomssmitte av Kimen Såvarelaboratoriet. Avling per dekar ble registrert og avlingskvalitet ble analysert.

For å undersøke om glødetap hadde en statistisk sikker effekt på oppspiring, sykdomsangrep og avling, gjorde vi en regresjonsanalyse. Effekten av behandling på de samme parameterne ble analysert ved en en-veis ANOVA i Minitab19 med signifikansnivå på 0,05.

Resultater

Jordtype og innhold av organisk materiale/glødetap

Alle tre felt lå på jordklasse 6 mineraljord med lavt til middels innhold av organisk materiale. Feltet i Sarpsborg lå på siltig mellomleire, feltet i Tønsberg på sandig silt og silt, mens feltet i Stjørdal lå på siltig lettleire. Gjennomsnittlig glødetap i 2020 varierte mellom 5,8 og 7,6 % i jordprøver fra feltet i Sarpsborg, mellom 5,5 og 6,3 % i prøver fra Tønsberg, og mellom 10,0 og 11,7 % i prøver fra Stjørdal. Vi så ingen forskjell i glødetap mellom behandlinger etter tre år for feltet i Sarpsborg, men det var en statistisk sikker økning ($p = 0,001$) i glødetap i gjennomsnitt for feltet i løpet av de tre årene (figur 1). Glødetap for feltet i Tønsberg viste tendens til økning fra 2020 til 2022, men økningen



Figur 1. Glødetap (%) i rutevise jordprøver fra feltet i Sarpsborg fra 2020 til 2022.

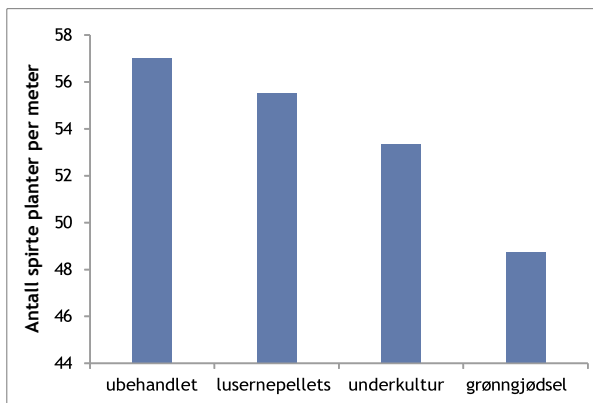
var ikke statistisk sikker. Vi fant heller ikke her noen sammenheng mellom behandlingene og økning av glødetap.

Oppspiring og sykdomsangrep

Antall spirte planter per meter sårad i de ulike felt og i ulike år er vist i tabell 1. Vi så ingen sikker effekt av glødetap på antall spirte planter i feltet i Sarpsborg over alle år, men det var en statistisk sikker reduksjon i antall spirte planter på ruter med grønnkjødsel i første år og bygg eller hvete i de følgende år, når vi ser på alle år samtidig (figur 2, $P = 0,028$) eller på 2021 og 2022 samtidig ($P = 0,038$), men ikke for hvert enkelt år. Det var ingen sammenheng mellom glødetap eller behandling og antall spirte planter i feltet i Tønsberg. Data for antall spirte planter i 2020 over alle felt, viser at glødetap hadde en sikker negativ effekt på oppspiring av planter ($P = 0,000$, $R^2 = 30,83$; figur 3a). Effekten var ikke sikker når man inkluderer felt som kategorisk faktor.

Tabell 1. Antall spirte planter (bygg og hvete) pr. meter sårad ved BBCH 12-13 i feltforsøk 2020, 2021 og 2022, gjennomsnitt for alle behandlinger per sted

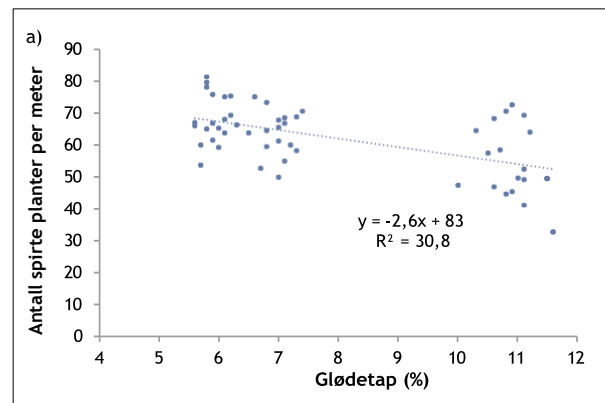
| Sted | År | Kornart | |
|-----------|------|---------|--------|
| | | Bygg | Hvete |
| Sarpsborg | 2020 | 60 ± 2 | 67 ± 2 |
| | 2021 | 62 ± 2 | 65 ± 2 |
| | 2022 | 47 ± 1 | 54 ± 1 |
| Tønsberg | 2020 | 64 ± 2 | 73 ± 2 |
| | 2021 | 63 ± 2 | 66 ± 2 |
| | 2022 | 44 ± 1 | 57 ± 1 |
| Stjørdal | 2020 | 48 ± 2 | 61 ± 4 |



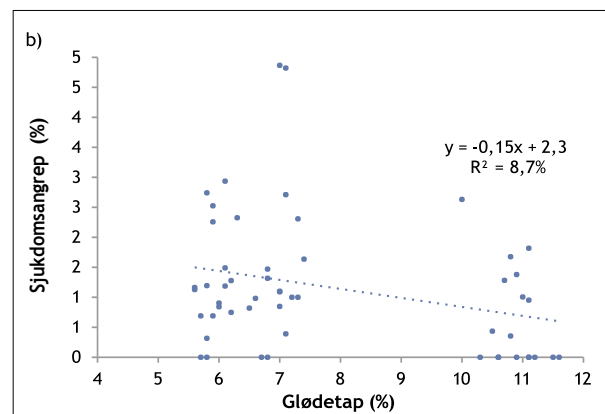
Figur 2. Antall spirte planter ved ulike behandlinger, snitt av bygg og hvete i Sarpsborg for 2020, 2021 og 2022.

Sjukdomsangrep på planter ved tidlig utviklingsstadium (BBCH 12-13) var lavt og varierte mellom 0,0 og 6,4 % i feltet i Sarpsborg i de tre forsøksårene. Vi så ingen sikker forskjell i prosent sjuke hvete- eller byggplanter ved BBCH 12-13 i dette feltet med ulike glødetap eller behandling, men vi så tendens til at tilførsel av lusernepellets og dyrking av underkultur reduserte sjukdomsangrep her. I feltet i Tønsberg varierte sjukdomsangrep på planter ved tidlig utviklingsstadium mellom 0,0 og 7,3 % over alle år, med minst angrep i 2021. De ulike behandlingene eller glødetap per rute hadde ingen effekt på sjukdomsangrep ved BBCH 12-13 i dette feltet. I 2020 i Stjørdal, så vi heller ingen effekt av glødetap på sjukdomsangrep ved tidlig utviklingsstadium. Når vi sammenfatter resultater fra alle felt i 2020, ser vi en sikker effekt av behandlingene på sjukdomsangrep ($P = 0,014$, $R^2 = 15,32\%$). Tilførsel av lusernepellets reduserte angrep ved utviklingsstadium 12-13 fra 1,71 % \pm 1,35 % i ubehandlet ledd til 0,66 % \pm 0,71 %. Effekten var ikke synlig i 2021 eller 2022. I 2020 gikk sjukdomsangrep ned med økt glødetap, når vi inkluderte alle tre felt ($P = 0,031$, $R^2 = 8,68\%$, figur 3b), men effekten er ikke lenger signifikant hvis vi inkluderer felt som kategorisk faktor.

I 2021 varierte angrep av hveteaksprikk ved BBCH 70-75 i feltet i Sarpsborg mellom 5 og 10 %. Byggbrunflekk varierte mellom 30 og 50 % samme år. Glødetap eller behandlinger hadde ingen effekt på sjukdomsangrep verken i hvete eller i bygg. Vi har ingen data for sjukdomsangrep ved BBCH 70-75 for de andre to årene i Sarpsborg. Angrep av hveteaksprikk i Tønsberg varierte mellom 2 og 3 % over alle ledd i 2022, mens angrep av byggbrunflekk varierte mellom 5 og 15 % samme år. Sjukdomsangrep var ikke påvirket av glødetap eller behandling per rute.



Figur 3a. Antall spirte planter ved ulikt glødetap, tre felt med bygg og hvete i 2020.



Figur 3b. Sjukdomsangrep for bygg og hvete ved tidlig utviklingsstadium (BBCH 12-13) ved ulikt glødetap i tre felt i 2020.

Sjukdomssmitte i høstet korn varierte med kornart, sted og år (se tabell 2). Det var en tendens til at angrepene økte fra 2020 til 2021. Analysene for 2022 er ikke ferdig. Infeksjon med byggbrunflekk eller hveteaksprikk i høstet korn var ikke påvirket av glødetap eller de ulike behandlingene i Sarpsborg og i Tønsberg.

Tabell 2. Sjukdomssmitte (lavest og høyest prosent angrepne korn) i avlingsprøver av bygg og hvete fra feltforsøk på tre steder i 2020 og 2021

| Sted | År | Lavest – høyest % angrepne korn | |
|-----------|------|---------------------------------|---------------|
| | | Byggbrunflekk | Hveteaksprikk |
| Sarpsborg | 2020 | 24 - 53 | 2 - 8 |
| | 2021 | 40 - 97 | 6 - 19 |
| Tønsberg | 2020 | 9 - 23 | 2 - 9 |
| | 2021 | 16 - 53 | 4 - 14 |
| Stjørdal | 2020 | 6 - 23 | 3 - 14 |
| | 2021 | 21 - 38 | 7 - 23 |

Avling

Avling fra feltet i Sarpsborg varierte mellom 197 kg/daa og 337 kg/daa (gjennomsnitt 282 ± 12 kg/daa) i 2020, mellom 32 kg/daa og 356 kg/daa (gjennomsnitt 242 ± 23 kg/daa) i 2021 og mellom 81 kg/daa og 249 kg/daa (gjennomsnitt 157 ± 9 kg/daa) i 2022. Det var ingen effekt av glødetap på avlingsmengde i løpet av de tre årene. Behandling hadde derimot en effekt, med en statistisk sikker lavere avlingsmengde fra ruter som hadde grønn gjødsel-eng i det første år sammenlignet med alle andre behandlingene ($P = 0,000$, $R^2 = 26,6$ %). Forsøksfeilen (CV (%)) for avling varierte mellom 9,3 og 54,0. En så høy forsøksfeil gjør det vanskelig å trekke robuste konklusjoner.

Avling fra feltet i Tønsberg varierte mellom 162 kg/daa og 240 kg/daa (gjennomsnitt 207 ± 8 kg/daa) i 2020, mellom 131 kg/daa og 290 kg/daa (gjennomsnitt 213 ± 10 kg/daa) i 2021 og mellom 150 kg/daa og 341 kg/daa (gjennomsnitt 228 ± 11 kg/daa) i 2022. Forsøksfeilen for avling i Tønsberg var også ganske stor og gjorde det vanskelig å se noen sikre effekter av behandlingene. Det viste seg at behandlingene eller glødetap ikke hadde noen sikker effekt på avling fra dette feltet. Når vi slår data fra de to feltene sammen, ser vi en negativ sammenheng mellom glødetap og avlingsmengde ($P = 0,000$, $R^2 = 39,9$ %), men effekten er ikke statistisk sikker når man inkluderer «felt» som kategorisk faktor.

Diskusjon

Jordhelse er en kompleks fysisk, kjemisk og biologisk tilstand som er påvirket av mange ulike faktorer, bla. innhold av organisk materiale. I dette forsøket har vi brukt glødetapsanalyse som en indikator på innhold av organisk materiale i jord, og prøvd å påvirke innholdet ved å tilføre ulike kilder av grønnmasse, f.eks. grønn gjødsel-eng i første år av forsøket, og lusernepellets og underkultur i løpet av en tre-årsperiode. Målet var å få mer kunnskap om sammenhengen mellom jordhelse og plantehelse ved å relatere innhold av organisk materiale (målt som glødetap) til sjukdomsangrep, avlingsmengder og frøhelse. Vi fant ingen statistisk sikker forskjell i glødetap mellom ledd med og uten tilført grønnmasse. Tre år var sannsynligvis for kort tid til å kunne se en slik effekt, eller det kan hende mengdene grønnmasse vi tilførte i de ulike leddene var for lave. Resultatene viser imidlertid at innholdet av organisk materiale økte noe for hele forsøksfeltet i Sarpsborg i løpet av de tre årene, men økningen var liten. Vi observerte relativt mye ugras i to av feltene (Sarpsborg og Tønsberg) over alle tre år, noe som kan ha bidratt til å «viske ut» forskjeller i glødetap

mellom ledd med og uten tilsatt grønnmasse. Feltet i Stjørdal hadde høyere innhold av organisk materiale enn feltene i Sarpsborg og Tønsberg, noe som kan ha bidratt til mindre sjukdomsangrep på planter ved tidlig utviklingsstadium. Dessverre kunne vi ikke undersøke glødetap og sjukdomsangrep videre i feltet i Stjørdal de følgende årene. Effekten av økt innhold av organisk materiale forventes å være mest synlig når innholdet er lavt i utgangspunktet (glødetap rundt eller lavere enn 4-5 %). Det kan være at innholdet av organisk materiale i alle våre forsøksfelt, som lå på økologisk dyrka arealer og varierte mellom 5,8 og 11,7 % i 2020, var såpass høyt allerede i starten av forsøket at en tydelig effekt på sjukdomsangrep og avling ikke ble observert. Det kan også forklare hvorfor vi så relativt lite sjukdomsangrep på småplanter selv om såkornet var sterkt smittet med henholdsvis hveteaksprikk og byggbrunflekk. Vi kan ikke utelukke at mikrobiell aktivitet i økologisk dyrka jord kan hemme sjukdomsutvikling. Dessuten, uavhengig av organisk materiale i jorda, vil tørre og relativt varme forhold under oppspiring gi liten smitteoverføring fra såkorn til spirer/planter.

Behandlingen med grønn gjødsel reduserte antall spirte planter, og avling, sammenlignet med de andre behandlingene i feltet i Sarpsborg, mens glødetap ikke hadde effekt på noen av parameterne vi målte i feltene i Sarpsborg, Tønsberg eller Stjørdal. Tilføring av lusernepellets reduserte frøoverførte sjukdommer (angrep ved BBCH 12-13) i 2020, når vi så på alle felt, men denne effekten var ikke sikkert i de følgende år. Lusernepellets kunne ha ført til økt mikrobiologisk aktivitet som da kunne ha hatt en effekt på sjukdomsoverføring fra frø til småplanter.

Det viste seg at hemmende effekt av organisk materiale på overføring av frøsmitte i feltforsøk ikke var like tydelig som tidligere observert i pottforsøk under kontrollerte vekstforhold (Henriksen *mfl.* 2008). Vi erfarte at tre år var for kort tid til å kunne lage sikker endring i innholdet av organisk materiale og glødetap med tilføring av grønnmasse. Forskjellen i glødetap mellom feltet i Stjørdal og de andre to feltene var betydelig. Dessuten var nedbørmengden i mai lavere i Sarpsborg (28 mm) og Tønsberg (45 mm) enn i Stjørdal (87 mm) i oppspiringsperioden i 2020. Det var også forskjell i nedbør i mai 2021 mellom Sarpsborg og Tønsberg (henholdsvis 91 mm og 124 mm) og i 2022 (54 mm i Sarpsborg og 20 mm i Tønsberg).

Vi forventet at den relativt høye nedbørmengden i Stjørdal skulle føre til økt angrep med frøoverførte sjukdommer i 2020, men sjukdomsangrepet ble

likevel lavest der. Feltet i Stjørdal var også det feltet med høyest innhold av organisk materiale, noe som kan ha redusert angrepene av soppsjukdommer. Vi trenger flere langvarigere feltforsøk for å få mer kunnskap om den komplekse sammenhengen mellom jordhelse, frøhelse og plantehelse i både konvensjonell og økologisk dyrking.

Referanse

Lal, R. (2016). Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*, 5(4): 212-222.

Riley, H. & Bakkegard, M. (2006). Declines of soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*; 56: 217-223.

Van Bruggen, A. H. & Semenov, A. M. (2015). Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. *Plant diseases and their management in organic agriculture*: 67-89.